

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

**Geotechnické problémy výstavby kanalizačního sběrače**

**Geotechnical Problems with Construction of Sewer**

Student:

Ladislav Chmelař

Vedoucí bakalářské práce:

ing. Lukáš Ďuriš

Ostrava 2011

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením  
Ing. Lukáše Ďuriše a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne ..... ..

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3 zákona č.121/2000 Sb.)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne .....

.....  
podpis studenta

## **Anotace bakalářské práce**

Ladislav Chmelař : Geotechnické problémy výstavby kanalizačního sběrače , katedra geotechniky a podzemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2011, 33 stran, Bakalářské práce, vedoucí Ing. Lukáš Ďuriš.

Předmětem bakalářské práce je zhodnocení problematiky při provádění výstavby kanalizačního sběrače a jeho součástí v městě Kravaře. V současné době je kanalizace v provozu a slouží potřebám města. Úvodní část je věnována Evropské chartě o vodě a historii odvádění splaškových vod. Textovou část tvoří základní charakteristika stavebních objektů při výstavbě kanalizace Kravaře, umístění stavby a provádění jednotlivých stavebních činností. Základním prvkem práce je ohlednutí a poukázání na problematiku při zakládání v nevhodných a rozdílných geologických podmínkách než byl předpoklad stavby. Závěrem bude zhodnocení dokončeného stavebního díla.

## **Anotation of bachelor thesis**

Ladislav Chmelař : Geotechnical problems with construction of sewer, Department of geotechnical and subterrestrial building, College of Building VŠB – Technical university Ostrava, 2011, 33 pages, supervisor of bachelor thesis Ing. Lukáš Ďuriš.

The subject of bachelor thesis is evaluation of problems during construction of waste skimmer and its parts in city of Kravaře. Nowadays waste system is working and is used by the city. Introduction part is dedicated to European charter of water and history of disposing waste water. Main part of thesis consists of basic characteristics of structures build during construction of waste system in Kravaře, location of structure site and undertaking of particular construction processes. Main point of theses is recapitulation and pointing out problems regarding starting the construction in not suitable and different geological conditions than assumed during planning of construction. At the end is evaluation of finished construction.



<b>ANOTACE .....</b>	<b>3 - 4</b>
<b>1. ÚVOD.....</b>	<b>5</b>
1.1. Evropská charta o vodě .....	5
1.2. Stručná historie kanalizace .....	6
<b>2. Charakteristika kanalizačního sběrače pro obec Kravaře .....</b>	<b>8</b>
2.1. Umístění stavby.....	8
2.2. Záměr města Kravaře.....	10
2.3. IG průzkum .....	10
2.3.1. Regionální geomorfologická rajonizace reliéfu .....	10
2.3.2. Geologické poměry .....	11
2.3.3. Hydrologické poměry .....	11
2.3.4. Inženýrskogeologické poměry: .....	11
2.4. Projektová dokumentace stavby .....	13
<b>3. Problémy při výstavbě a zakládání objektů .....</b>	<b>14</b>
3.1. Kanalizační přípojky .....	14
3.1.1. Požadavky na zhotovení přípojek .....	14
3.1.2. Přípojky kanalizace prováděné otevřeným výkopem .....	14
3.1.3. Přípojky kanalizace prováděné protlakem .....	15
3.2. Hlavní řád kanalizace .....	18
3.2.1. Požadavky pro provádění hlavních stok .....	18
3.2.2. Provádění rýhy kanalizace otevřeným výkopem, protlaky dle PD .....	19
3.2.3. Problematika spodní vody a nevhodné geologie pro založení sběrače .....	20
3.2.4. Sanace základové spáry pro pokládku kanalizace .....	22
3.2.5. Kopané protlaky DN1000 a roubené těžní jámy .....	24
3.2.6. Ražba štolou, snižování hladiny spodní vody v pískách .....	25
3.3. Spouštěné studny pro čerpací stanice .....	27
3.4. Doprovodné práce .....	28
3.4.1. Statické zajištění budov .....	28
3.4.2. Statická nivelace , pasportizace objektů , měření deformací trhlin.....	29
<b>4. ZÁVĚR .....</b>	<b>31</b>
<b>5.VÝCHOZÍ PODKLADY .....</b>	<b>33</b>

# 1. ÚVOD

## 1.1. Evropská charta o vodě



Voda je jednou ze základních podmínek existence života na Zemi. Je nejhojněji zastoupenou součástí všech organismů. Starořeční filozofové považovali vodu za jeden ze čtyř elementárních prvků (voda, vzduch, země, oheň).

Voda vždy limitovala rozvoj lidských sídlišť, osídlení se vždy vyskytovala v blízkosti zdrojů vody. Je strategickou surovinou zásadního významu.

Rozdělení zdrojů pitné vody je nerovnoměrné a zdroje jsou omezené. Necelé 1 % veškeré vody na Zemi je voda sladká.

Česká republika nemá přístup k velkým vodním rezervoárům, prakticky žádná voda na naše území nepřitéká.

Význam a závažnost vody pro život na Zemi si lidé již dlouho uvědomují, přesto nejsou vody dosud důsledně chráněny a omezené vodní zdroje jsou mnohdy trestuhodně devastovány.

Šetrné a racionální využívání všech vodních zdrojů a šetrné a důsledné čištění vod odpadních je jedinou možnou cestou pro budoucnost.

Závažnost problematiky a možné přístupy ukazuje Evropská vodní charta, vyhlášená dne 6.5.1968 ve Strasbourgu.

- Bez vody není života. Je drahocenná a pro člověka ničím nenahraditelná.
- Zásoby sladké vody nejsou nevyčerpatelné. Je proto nezbytně nutné tyto udržovat, chránit a podle možnosti rozhojňovat.
- Znečišťování vody způsobuje škody člověku a ostatním živým organismům, závislým na vodě.
- Jakost vody musí odpovídat požadavkům pro různé způsoby jejího využití, zejména musí odpovídat normám lidského zdraví.
- Po vrácení použité vody do zdroje nesmí toto zabránit dalšímu jeho použití pro veřejné i soukromé účely.
- Pro zachování vodních zdrojů má základní význam rostlinstvo, především les.
- Vodní zdroje musí být zachovány.

- Příslušné orgány musí plánovat účelné hospodaření s vodními zdroji.
- Ochrana vody vyžaduje zintenzivnění vědeckého výzkumu, výchovu odborníků a informování veřejnosti.
- Voda je společným majetkem, jehož hodnota musí být všemi uznávána. Povinností každého je užívat vodu účelně a ekonomicky.
- Hospodaření s vodními zdroji by se mělo provádět v rámci přirozených povodí a ne v rámci politických a správních hranic.
- Voda nezná hranic: jako společný zdroj vyžaduje mezinárodní spolupráci.

*Zdroj: Evropská charta o vodě*

## **1.2. Stručná historie kanalizace**

Kdy a kde byla vynalezena vůbec první kanalizace na světě nemůžeme říci. První zmínky o existenci kanalizačního systému a odpadové jámě se vyskytují v mytologii semitských Akadů, kteří přesídlili do Babylonu okolo roku 2 600 př. Kr. V mezopotámských a protoindických městech budovali kolem roku 2 510 př. Kr. speciální kanalizační systémy na odvádění odpadních vod. Z vykopávek je známo, že v Mezopotámii byly používány splachovací záchody, z kterých byly fekálie splachovány přímo do kanalizace. Rovněž v městech na území tehdejší Sumerie byla budována městská kanalizace. Z ní byly vedeny přípojky do jednotlivých domů, kde byly ukončeny svislými šachtami. Do nich se pak vléval otvorem odpad. Přípojky byly budovány z hlíněných trub, někdy byly čtvercového nebo obdélníkového průřezu z pálených cihel a byly přikryty čtverhrannými deskami. Měly značný sklon, aby voda mohla rychle odtéci. Hlavní stoky byly rovněž zděné. Dokonce již kolem roku 2 600 př. Kr. tehdejší stavitelé znali techniku valené klenby. Uliční stoky sváděly splašky buď přímo do velkých řek nebo do sběrných jam či rybníků.

Jak dokazují archeologické vykopávky učiněné v Knóssu na Krétě, byly tehdy (1 500 let př. Kr.) běžné koupelny, splachovací záchody a dokonce i oddílná kanalizace. Rovněž vykopávky z Kartága dokladují, že Féničané měli zavedenou kanalizaci (kolem roku 800 př. Kr.).

Na území Českých zemí jsou první zmínky o “odvádění” odpadu zachyceny z doby raného středověku. K likvidaci fekálních odpadů na hradech sloužily suché záchody. Jejich situování bylo takové, že z něho fekálie vypadávaly přímo na hradby. Tyto tzv. prevéty jsou jedním z nejstarších kanalizačních útvarů u nás. Jinak splašková kanalizace nebyla. Po ulicích vedly otevřené rigoly, do kterých se vylévalo vše, co mělo tekutou konzistenci. Tento primitivní způsob likvidace odpadů byl původcem nejen nesnesitelného zápachu, který se šířil zejména v

letních měsících městem, ale i zárodkem častých epidemií jako mor a cholera, které se vždy neblaze podepsaly na úbytku počtu obyvatelstva. To vedlo k potřebě stavět uzavřenou kanalizaci, zpočátku mělké, později hlubší a budovaných z klasických zdících materiálů (cihla, kámen). Tyto kanalizace obvykle končily v blízkých vodotečích nebo rybnících.

Technická vybavenost konce 19. století na území Království českého vystihovala strukturu osídlení. Kanalizace byly budovány jen pro měšťanské domy, stoky byly zděné, větší profily měly vejčitý nebo oválný tvar.

Vznik republiky nastartoval velký rozvoj vodovodů a kanalizací, které byly předpokladem pro další růst obcí a měst. Největší rozvoj byl na počátku 30. let minulého století. Bohužel hospodářská krize jej zastavila. K dalšímu rozvoji dochází až po válce.

Průkopníkem v naší zemi se v roce 1893 stal anglický inženýr **sir William Heerlein Lindley**, odborník mezinárodního věhlasu a stavitel moderních evropských kanalizačních a vodárenských zařízení. Ten v hlavním městě Praze aplikoval své zkušenosti z budování novodobých kanalizačních staveb po celé Evropě, dále i myšlenky českých spolupracovníků, zejména Emanuela Heinemanna, Vincenta Ryvolý a Eduarda Másla.

Projekt zahrnoval nejen návrh na desítky kilometrů stok a kanálů, které většinou fungují dodnes, ale také výstavbu kanalizační čistírny v Bubenči. Ta byla slavnostně spuštěna 27. června 1906. Kanalizační čistírna pracovala nepřetržitě až do roku 1967. V dubnu 1991 byl objekt prohlášen za kulturní památku a v této unikátní technické stavbě nyní sídlí Ekotechnické museum.



Stavba kanalizační sítě, Praha 1900



ČOV v Bubenči, v současnosti Ekotechnické museum

*Zdroj: z historie pražské kanalizace, [www.ekotechnickemuseum.cz](http://www.ekotechnickemuseum.cz), [www.bvk.cz](http://www.bvk.cz)*

## 2. Charakteristika kanalizačního sběrače pro obec Kravaře

Pro bakalářskou práci jsem si vybral stavbu splaškové kanalizace a ČOV v Kravařích u Opavy , na které jsem byl součástí týmu správce stavby, úkolem bylo naplnit smlouvu o dílo a dbát na dodržování obchodních podmínek mezi investorem a zhotovitelem. Na činnost správce stavby se vztahují samostatné obchodní podmínky, které jsou většinou stejně jako smlouva uzavřeny s investorem akce. Správce stavby je nutností na projektech většího rozsahu se spoluúčastí EU , především jako odborné zastoupení investora, je zodpovědný za finanční tok mezi investorem a zhotovitelem , schvaluje průběžnou i finální fakturaci, je zodpovědný při kontrolách financování, schvaluje změny stavby , je účastníkem na přípravě a výstavbě díla od počátku do předání.

Objednatelem stavby bylo město Kravaře, zhotovitelem TCHAS, spol. s r.o. , správcem stavby Centroprojekt a.s. a generálním projektantem AQUA PROCON s.r.o.

### 2.1. Umístění stavby



satelitní snímek na město Kravaře

Kravaře ve Slezsku se nacházejí po levé straně toku řeky Opava mezi městy Opava a Dolním Benešovem. Město Kravaře odděluje řeka Opava od místní části Kravař - Dvořisko . Východní část Kravař se nazývají Kouty. Podélný sklon obce vůči toku je mírný a souběžný, řeka Opava je v této části toku velmi mírná, tvoří velké přírodní meandry jen místy regulované jezy a splavy.

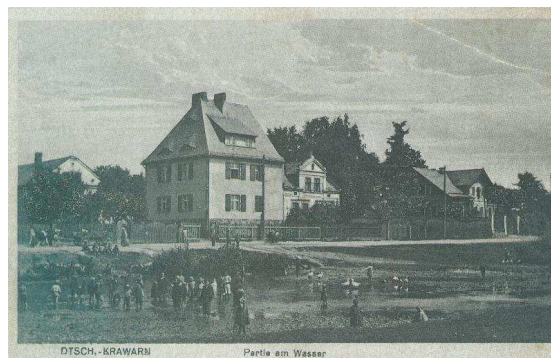


Část obce ležící v blízkosti řeky Opavy bývá zvýšenou hladinou zasažena při povodních, zároveň zvýšená hladina zvedá úroveň hladiny spodní vody v okolí řeky. Směrem k severu se terén obce od řeky Opavy vrásčitě zvyšuje.

Hydro- geologicky je obec rozdělitelná na spodní u řeky , kde je velký výskyt podzemní vody a horní severní částí, kde spodní voda sahá do velkých hloubek díky svažitosti terénu.

Oblast Kravař byla vytvořena spolupůsobením tokem řeky Opavy , do které se vlévají na jejich území Mlýnská strouha, Chlebičovský potok a tok Štěpánka. Koryto Opavy je historicky neustále měněno, oblast tvoří náplavy jemně až hrubě zrněné. Oblast je také bohatá na historické rybníky a strouhy rozvádějící vodu.

Poprvé byly Kravaře písemně doloženy v roce 1224. Obec Kouty, dnes městská část Kravař, se poprvé zmiňuje roku 1238 a třetí městská část, Dvořisko, až ve 2. polovině 18. století. Mezi lety 1224 a 1263 obdrželi kravařské panství členové slavného rodu Benešoviců (původem z Benešova u Prahy), kteří se označovali ve svém šlechtickém přídomku jako "páni z Kravař", rod patřil od 13. do 15. století k nejbohatším na Moravě.



město Kravaře na přelomu 19-20 století

Milníkem v novodobých kravařských dějinách je rok 1960, kdy se po připojení sousedních obcí Kouty a Dvořisko staly Kravaře městem. Od roku 2003 pak vykonává jako obec s rozšířenou působností správu devíti obcí - Bolatic, Chuchelné, Kobeřic, Kravař, Rohova, Strahovic, Sudic, Štěpánkovic a Třebomi.

Městem Kravaře v dnešní době vede hlavní komunikace I.třídy č. 56 mezi Opavou a Hlučínem středem města a je dále křižovatkou komunikací II.třídy č.467 jako spojení s okolními obcemi regionu Hlučínska.

## **2.2. Záměr města Kravaře**

Odvádění splaškových vod města Kravaře do doby výstavby splaškové kanalizace a ČOV bylo založeno na odvádění splašků v lepších případech do žump a septiků s přepady, v horších přímo do dešťové kanalizace respektive do recipientu, okolní příroda za městem na výtoku dešťových kanalizací byla znečištěna, hygienický stav samotného města byl žalostný. O důležitosti vybudování splaškové kanalizace nebylo pochyb.

### **Základní informace**

- projekt spolufinancován z prostředků EU a MF ČR
- naplnění nařízení na základě směrnice č.91/271/EEC o odpadních vodách a její novely č.98/15/EEC
- Parametry čištění pro 7500 EO
- zamezení dalšího znečištění řeky Opava a následně Odry
- výstavba 2006-2009
- dlouhá životnost a záruka na provedení díla, kvalita
- chod bez zvýšeného umu provozovatele

## **2.3. IG Průzkum**

Generální projektant nechal v roce 2006 zpracovat doplňkovou etapu IG průzkumu zájmové lokality pro zpracování PD stavby „Nová splašková kanalizace města Kravaře“, převážně na pozemcích města vymezeného prostorem řekou Opavou a dráhou ČD, výjimku tvoří větev Novodvorské ulice, která sahá za koleje a územní části Dvořísko.

### **Základní charakteristika zájmového území:**

#### **2.3.1. Regionální geomorfologická rajonizace reliéfu**

provincie Středoevropská nížina, soustava VII Středopolská nížina, podsoustava VIIA Slezská nížina, celek VIIA-1 Opavská pahorkatina, podčepek VII-1B Pootavská nížina a okrsek VII-1B-b Opavsko-moravická niva a VII-1B-d Komárovská nížina (severní Kravaří)

Širší okolí zájmové lokality tvoří nížinu až zvlněnou rovinu. Základní rysy povrchových tvarů byly dány akumulací a modelační činností sálského kontinentálního ledovce a v době po jeho

definitivním ústupu erozí, fluviální, eolickou a deluviální sedimentací za periglaciálního klimatu a i pozdější holocenní denudací a převážně fluviální a deluviální akumulací.

Hydrogeologicky spadají lokality do povodí vodoteče Opava od Moravice po ústí. Opava tvoří levostranný přítok Odry.

### **2.3.2. Geologické poměry:**

Vrstevní sled je v zájmové oblasti tvořen sprašovými hlínami s mocností cca 1-2m, které nasedají na glacilakustrinní písky sálského kontinentálního zalednění. Ty směrem ke korytu řeky Opavy vyклиňují, mohou dosahovat i mocnosti 6m. Dále od řeky se nacházejí kromě glacilakustrinních písků také varvové jíly sálského zalednění. Podloží glacilakustrinních písků je budováno písčostěrky starší akumulace hlavní terasy. Ty také směrem k údolní nivě snižují mocnost, která dosahuje 3-10m. Písčostěrky nasedají na písky a souvkové hlíny halštrovského zalednění se zavlečenými polohami toronských vápnitých jíků. Písky opět k řece vyklinují a dosahují mocnosti do 2m. Souvkové hlíny budují bázi kvartérní sedimentace o mocnosti cca 10m a v podloží údolní nivy dosahují menší mocnosti do 4m.

Údolní niva je budována povodňovými hlínami o proměnlivé mocnosti 1m, nasedajícími na písčostěrky údolní terasy, mocnými cca 2m.

### **2.3.3. Hydrologické poměry:**

dle hydrologické rajonizace jde o subrajón 152 Fluviální a glacigenní sedimenty v povodí Opavy a subrajón 155 Glacigenní sedimentace Opavské pahorkatiny.

Hladina podzemní vody je volná nebo mírně napjatá. Kolektorem jsou především fluviální vrstvy štěrkopísků a nižší stupně údolní nivy s pilinovou propustností. Subrajón 155 je tvořen mělkým kolektorem kvartérních glacigenních a glacifluviálních sedimentů, které charakterizuje nepravidelné průlomové zvodnění a větší počet izolátorů.

### **2.3.4. Inženýrskogeologické poměry:**

povodňové hlíny údolních niv, polygenní hlíny sprašového charakteru, tezasové písčité štěrky a písky se štěrkem, glacifluální a glacigenní soudržné zeminy, glacifluální písčité štěrky a štěrkovité písky, miocenní vápnité písčité jíly a jílovce

Celkem bylo provedeno 8 vrtů, které byly rozmístěny účelně tak, aby vyhovovali požadavkům projektové dokumentace, celková délka vrtů byla 43m.





snímek rozvržení vrtů průzkumu

Po stránce zpracování IG průzkumu lze konstatovat, že výstup a správnost odpovídá skutečnosti, se kterou se stavba následně setkala. Průzkum předpověděl výskyt jílu, jílu písčitých, jílu organických, návozů, štěrku s příměsí jemnozrnné zeminy a štěrku jílovitého/hlinitého. Převážná většina vrtů narazila na HPV okolo 1,5 – 2,5m. Laboratoř určila pouze některé vybrané hodnoty, z nich pouze jedna zemina obsahovala veškeré popisné vlastnosti, u zbytku chybí stupeň konzistence a stupeň nasycení, vlhkost a objemová hmotnost po vysušení.

Průzkum byl zaměřen převážně na umístění čerpacích stanic a ČOV, v tomto směru byl průzkum proveden cíleně a potvrdil dobré základové podmínky ve větších hloubkách jak 5-6m. Křivky zrnitosti zemin jsou převážně dle dodaného vzorku písek a 50% štěrk, avšak větší zrnitost jak štěrk do průměru 60mm žádný z vzorů neobsahoval, ve skutečnost nebyly žádné větší kameny s výjimkou bludných kamenů nalezeny.

Pro hlavní vedení páteřních řádů kanalizace průzkum stanoven nebyl.

Z vrtu V1, mohu simulovat základové podmínky pro celou rovinatou část okolo řeky Opavy a celé územní části Dvořisko. HPV byla objevena v hloubce 2,6m, skladba návoz, jíl – hnědý do 2,6m hl ( po hl. spodní vody ), do 6m štěrk- hnědý a do 7m metrů jíl písčitý – šedý.

Z realizace díla vyplynulo, že takováto kombinace neumožňuje v průměrné hloubce kanalizace okolo 3m poskytnout dobré základové podmínky.

Další vrty obsahují informace o tom, že stavba nebude mít problém s výskytem skalních masívů a těžko rozpojitelných hornin, ale že se bude potýkat s proměnnými vrstvami zvodnělých jílu, písků, štěrku a jejich kombinací.

*Zdroj:* Osobní hodnocení a uvedení důležitých informací na základě závěrečné zprávy ig průzkumu zpracovaného firmou Drilling Trade s r.o. pro HP Ostrava z r.2006

## 2.4. Projektová dokumentace stavby

Byla zpracována v několika fázích, první projekty ke kanalizaci vznikly již za socialismu, v novodobé historii bylo na ně navázáno, přičemž projekt prošel fází studie, územního plánování, přes stavební povolení, dokumentaci pro zadání stavby a dokumentací pro provedení stavby.

Vedení sběračů jsou převážně ve státních a městských komunikacích, členění města neumožňuje celkové gravitační řešení, síť kanalizace je doplněna o čerpací stanice pro jednotlivá povodí A, B, C a D. Hlavní sběrač A je veden na centrální ČOV, ostatní povodí se na tento sběrač napojují výtlačky z Čerpacích Stanic.

### Základní členění stavebních částí:

1. domovní přípojky ve veřejné části stavby – otevřeným výkopem, protlakem
2. hlavní řád kanalizace – otevřený výkop a krátké protlaky pod komunikacemi
3. výtlačky kanalizace – souběžné vedení s kanalizací
4. čerpací stanice – pro jednotlivá povodí
5. ČOV – není předmětem této bakalářské práce



situace stavby z realizační dokumentace, vedení trasy komunikací se sítěmi

Další informace PD jsou obsahem dalších částí práce.

### **3. Problémy při výstavbě a zakládání objektů**

#### **3.1 Kanalizační přípojky**

Slouží k odvádění splaškových vod od nemovitosti k hlavnímu vedení kanalizace. Dělí se na část veřejnou a část soukromou na soukromém pozemku.

##### **3.1.1. Požadavky na zhotovení přípojek**

Kanalizační přípojky splaškové kanalizace se na tomto projektu prováděly v rámci stavby jako vedení ve veřejné části, pro přípojku byly na hlavním vedení vysazovány odbočení z kameniny, přípojka byla vedena od odbočení po hranici pozemků soukromých. Úkolem bylo provedení veřejné části přípojky po napojení občanů tak, aby bylo možné napojení nemovitostí gravitační cestou, směrově se vycházelo vstříc aktuálním umístěním s co nejkratším vedením.

Materiálem pro zhotovení přípojek byla v komunikaci I.a II. třídy kamenina, v místních komunikacích a zelených plochách PVC třídy SN8, každá přípojka byla v projektu přesně definována. Požadavky na provádění přípojek jsou dále dány normou, v projektu byla norma závazná. Projekt řešil provedení přípojek dvěma základními postupy:

##### **3.1.2. Přípojky kanalizace prováděné otevřeným výkopem**

V místních komunikacích, kde je možné vytvořit alespoň částečnou uzávěru se přípojky realizovaly klasickým otevřeným výkopem, dle soudržnosti rýhy a její hloubky zapažené nebo nikoliv pro hloubky do 1,5m, pokud to nebylo nutné . U tohoto způsobu realizace dochází při výkopu ke křížení inženýrských sítí a uložení samotné přípojky musí při pokládce vyhovovat jak normám na jejich uložení tak normám na ochranná pásma dotřených sítí.

**Výhodou** je přesné zjištění polohy sítí a přizpůsobení se jim, vizuální kontrola kvality provedení. **Nevýhodou** a jistým problémem je při dodržení norem na práci s mechanizací v blízkosti sítí nemožnost použití stroje, výkop je třeba neustále sondovat, stroj je u výkopů při křížení sítí pouze pomocníkem s přemístěním výkopku. Další nevýhodou je nemožnost pažit a zároveň kopat, nemožnost hutnit mechanizací, při zásypu lze hutnit omezeně s ohledem na inženýrské sítě, finální povrch vykazuje po čase poklesy a je častým tématem řešení reklamací v záruční době.





přípojka otevřeným výkopem s křížením sítí



výkop při křížení sítí

Při realizaci přípojek je třeba dbát na dokonalé pod hutnění sítí jež byly kříženy a opravení křížených sítí v případě, že vykazují destrukce a špatný stav. Neřešení těchto zjištění bývá nakonec uplatňováno také v reklamačních řízeních jako dotčení sítě stavbou, prokázání o neporušení nekončí zdarem, oprava jde za zhotovitelem stavby.

### 3.1.3. Přípojky kanalizace prováděné protlakem

V druhém případě u přípojek realizovaných protlakem, byla potřeba naplnit vyjádření správce komunikace I. a II. třídy, a to zachování průjezdu městem Kravaře. Projektant neřešil možnost objízdných tras, ale provedl návrh zachování jednoho jízdního pruhu a částečné uzávěry s řízením semaforů. Problém nastal ihned u první přípojky, která se v tendru měla provést jako **protlácení kameniny DN 150**.

Při započetí stavby došlo ke dvěma pokusům přípojky touto metodou realizovat. Byly nakoupeny dle projektové dokumentace trubní kameninové systémy, které jsou určené pro zatahování po předvrtu. Domněnkou projektu bylo, že geologie zjištěných jemnozrnných naplavenin a jílu jsou vhodným řešením, dále by bylo výhodné nerozšiřovat rýhu hlavní stoky pro osazení techniky pro protlaky.

Samotné provádění bylo plánováno jako protlačení ze startovací jámy v zeleném pásu či chodníku. Rovněž případ dvou zmařených pokusů ukázal, že stavba stojí před problémem plnění smlouvy , a ihned na začátku problematikou nemožnosti provádění díla dle projektové dokumentace.

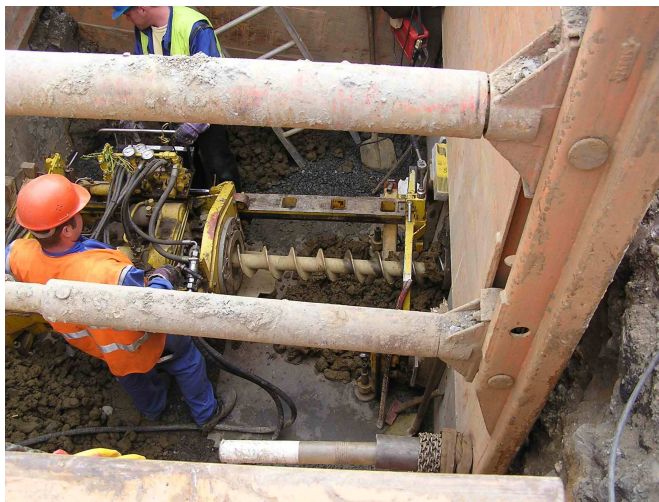
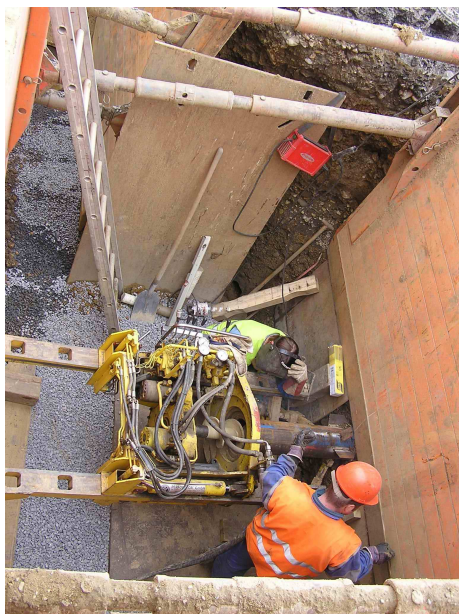
### **Proč nešlo protlačení kameniny DN 150 mm realizovat?**

- startovací jáma protlaku měla být hloubena v půdorysném rozměru 1\*2m ( 2m na délku pro osazení techniky k protlačení ) a to v chodníku a zeleném pásu. Přímo v těchto místech je vedena většina inženýrských sítí obce včetně dešťové kanalizace. Kolize pro první 2 případy byla se sítěmi O2, plynu a vody, v druhém omezení normových vzdáleností. Další kolize by probíhali s dešťovou kanalizací. Strojně by nebylo možné takto v dalších případech pokračovat, výkopy byly provedeny ručně, nicméně pokud by byla geologie přijatelná, část přípojek by byla možná s pominutím problematiky startovací jámy proveditelná.
- Hlavním problémem neproveditelnosti kameninových přípojek protlakem byla vrstva štěrkovitých vrstev různě velkých zrn, jež jsou známy s okolních lokalit sloužících pro těžbu štěrku např. Dolní Benešov. Bohužel konkrétně tam , kde bylo zamýšleno s protlakem pro splnění vyjádření správců komunikací 1. a 2. třídy převažovala vrstva dobře ulehklých štěrkových teras, jemně až hrubě zrněných.
- Protlačování kameniny navrženým způsobem je možné pouze do písků, písčitých jílu a jílovitých zemin, zejména pro omezený prostor pro prováděnou technologii.

Bylo jasné, že další pokusy nelze dále takto realizovat, výstavba přípojek byla zastavena.

### **Zvolená alternativa a odsouhlasená technologie:**

- **mikrotunelování OCELI DN200**
- vložení přípojky PVC DN 150 mm do chráničky
- startovací jáma se přesunula do hlavní komunikace, kde vůči zvolené technologii bylo potřeba zapažit jámu o rozměru cca 2,5\*2,5m



pohled do startovací jámy protlaku ocel DN200, ochranné pažení, protlačení souprava a obsluha

**Postup** při takto zhotovených přípojkách at' předem či po položení hlavního řádu ve veřejné části byl následující:

1. Zabezpečení pracoviště, značky, objížďka, vyřezání asfaltu min. 2,5\*2,5m, odstranění podkladů komunikace a výkop zeminy s odvozem
2. zapažení pracovního prostoru upraveným pažícím boxem, volné strany zapaženy ocelovými plotnami
3. urovnání podkladu pro usazení techniky pro protlačování, zajištění čerpání spodní vody
4. osazení protlačovací stroje do požadovaného směru vrtu, připravení vrtacího šneku ( tyče po 1m) a ocelové chráničky ( 1m )
5. nasazení oc. chráničky DN200mm do vrtacího stroje se šnekem uvnitř
6. hydraulickým zatlačáním za současného odvrtávání jádra se docílí k postupnému zatlačování chráničky ve směru vrtu
7. Po zatlačení 1m se stroj vrátí zpět na začátek, šnek vyprázdní prostor chráničky
8. šnek se rozpojí, přidá se další díl šneku a nasadí se na něj další díl chráničky
9. šnek se opět upevní k vrtačce, chránička se přivaří k zatlačenému konci
10. celý cyklus se opakuje do požadované délky chráničky, šnek se zdemontuje
11. Chránička se vystrojí přípojkou a ta se napojí na kanalizační řád, obsyp potrubí
12. za současného vytahování pažení je třeba zasypávat výkop vhodným materiálem za současného hutnění
13. obnovení poškozených komunikace a ostatních ploch

**Výhodou** bylo ochránění přípojky chráničkou a spolehlivý postup prací.

**Nevýhodou** nárůst ceny, zpomalení postupů prací a vytvoření překážek v hlavní komunikaci, při mikrotunelování šterků s většími zrny docházelo k zadření šneku nebo vybočení protlaku, dále nákladné dohledávání a obnažení konce protlaku pod sítěmi.

## **3.2. Hlavní řád kanalizace**

Slouží k napojení domovních přípojek a odvádí splašky gravitační cestou k čištění.

### **3.2.1. Požadavky pro provádění hlavních stok**

Hlavní řády městem Kravaře byly dle projektu uvažovány jako provedené otevřeným výkopem, v určitých místech doprovázeny čerpáním spodní vody. Výjimkou byly úseky , kde bylo třeba zajistit stálou dopravu, v těchto místech byly zvoleny vrtané protlaky DN500 a 300 pro výtlač, pro kameninu 400 kopaný protlak DN1000mm. Materiálem pro hlavní řád kanalizace byla zvolena kamenina DN 250, 300 a 400, později byly použity i materiály z plastických hmot.

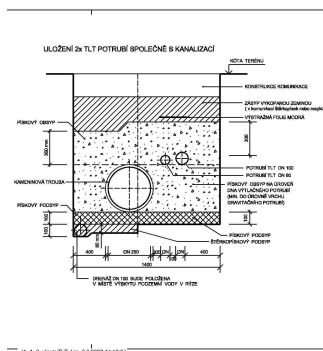
Hlavním požadavkem na provádění díla byl výkop rýhy za současného pažení, hutnění základové spáry, montáž potrubí, obsyp, vhodný zásyp za současného hutnění a vytahování pažnic a obnova ploch. Liniové stavby nebyly nikterak blíže po stránce geologické řešeny, předpokládaly se dobré a vhodné podmínky.

Další požadavky na kvalitu a další vlastnosti byly dány projektem , normami a technologickými předpisy, např. TP 146 – Povolování a provádění výkopů a zásypů rýh pro inženýrské sítě ve vozovkách pozemních komunikací.

Vedení kanalizace bylo dáno souřadnicemi šachet, zprávou, situacemi, podélným profilem, příčným řezem a dalšími specifikacemi.



### 3.2.2. Provádění rýhy kanalizace otevřeným výkopem, protlaky dle PD



svislý řez vedení kanalizace a výtaku

ul. Hlučínská , soudržná rýha výkopu po provedení zpětného zásypu

#### Postup u klasického hloubení rýhy:

1. Vyfrézování asfaltu na šířku rýhy, odstranění podkladů komunikace a odvoz
2. Hloubení rýhy vhodným mechanismem, za provozu nejčastěji s otočí na dopravu, hnané pažení pažícími boxy na délku pažení nebo délku jedné trouby
3. hutnění základové spáry, urovnání podsyp tl. Min 10cm pod potrubí kamenivem 8/16mm nebo betonem , min. požadavek při statické zkoušce dle plánu jakosti a kontrolních zkoušek  $E_{def2}$  větší než 10Mpa.
4. pokládka potrubí
5. obsyp potrubí – v suchém prostředí lomovou šotolinou fr.0/4, v hlavní komunikaci betonem min. tř. C10/15, pod úrovní spodní vody tříděnými šterky 4/8 a 8/16mm, min výška obsypu 30cm nad potrubím, mírné zhutnění s ohledem na poškození potrubí
6. Postupné vytahování pažnic za současného zásypu vhodným materiálem a hutněním dle předepsaných postupů a zkoušek, v případě vhodného materiálu byl zásyp zpětný, kde byla nevhodná geologie byl materiál nahrazen vhodným , zhutnění zásypů na min  $E_{def2} = 65\text{Mpa}$
7. obnovení skladby komunikace, úprava, hutnění a zkoušky pláň pod komunikací, min. v místních komunikacích  $E_{def2} = 100\text{Mpa}$ , na státních 120Mpa dle předepsaných zkoušek a jejich četností.
8. Obnovení krytu komunikací , chodníku a zpevněných ploch, případně zeleně

**Výhodou** byl soulad s plánovanými postupy a harmonogramem prací, jednoduchost při provádění. **Nevýhodou** narušení komunikací v celém rozsahu stavby s výjimkou krátkých protlaků, dopravní komplikace.



### Postup u protlaku dle PD:

Vyhloubení požadované startovací a cílové jámy, provedení protlaků šnekovou tuneláží a zatlačením chráničky z oceli DN 300 nebo 500 mm dle PD nebo kopaný protlak DN 800mm. Použitá technologie byla použita dle projektu v místech , kde otevřený výkop křížil jízdní pruh, požadavkem byla práce za plného silničního provozu. Protlaky byly zhotoveny od 5m do 10 metrů.



Protlak DN 800mm, vystrojení PVC DN 400mm



Protlak DN 500mm, zatlačování při šnekování jádra

**Výhodou** bylo zabezpečení průjezdu vozidel a kvalita provedení, **nevýhodou** vyšší náklady.

Dle projektu došlo pouze v jenom případě nahrazení vrtaného protlaku DN500 kopaným DN800, důvodem byla velikost zrn štěrků větší než možná pro použití šneku.

### 3.2.3. Problematika spodní vody a nevhodné geologie pro založení sběrače



hloubení rýhy kanalizace s hnaným pažením



ul. Hlučínská , kavernování boků výkopu

V návaznosti na způsob hloubení rýhy z předchozího postupu nešlo vše tak hladce, pod hladinou spodní vody a nepříznivé geologii došlo na stavbě k několika případům zastavení stavby a přehodnocení situace jak zakládání, tak celého dalšího postupu .

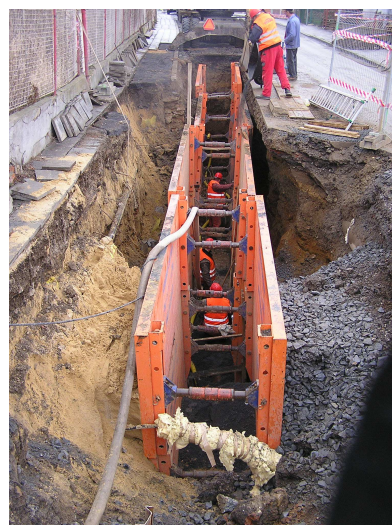
První problémy nastaly ihned po započetí stavby a to místní části Olšinky, kde měl být hlavní přírodní sběrač tažen v hloubce cca 6m. Hladina spodní vody zde dosahuje 2 metrů pod povrchem s tím, že nahoře jsou hruběji zrněné štěrky a postupem dolů jsou jemnější částice častější až po tekuté písky. Stavba prvních metrů nebyla dokončena, byla by ohrožena celá přilehlá zástavba. Byla vyvolána změna, a to kompletní přeřešení hlavního povodí A , sběrač A se o 2metry vyvýšil a přibyla hlavní čerpací stanice č.5 .

I přesto byly na stavbě úseky kanalizace, kdy vlivem nevhodné geologie, a to nesoudržné středně jemné štěrky a písky v kombinaci se spodní vodou, byl výrazně zpomalen postup výstavby. Základní problematikou bylo kavernování boků výkopu , v základové spáře byl nesoudržný materiál v kombinaci se spodní vodou potřeba odtěžit, došlo místy k nutnosti sanace základové spáry a to odtěžením tekutých písků a nahrazením tříděným kamenivem fr. 32/64 ( kakadám ) v kombinaci s čerpáním vody a překrytí geotextílií. Kaverny, které tak vznikly byly dosypány vhodným materiálem za současného hutnění. Asfaltový kryt, který tvořil převis nad kavernou musel být odstraněn, aby mohlo dojít ke zhutnění.

Tyto úseky patřily mezi ztrátové, jelikož i za kompenzaci materiálu došlo k výraznému zpomalení doby výstavby.



ul. Nábřežní, hl. výkopu 6,5m, svírání boxů zeminou, ul. Nábřežní



kavernování písků do výkopu



**Výhodou** byla poslední možnost zdolání úseku otevřeným výkopem. **Nevýhodou** značné finanční ztráty, velké škody na komunikacích, vysoké nároky na kvalitu materiálu pro sanaci a nahrazení nevhodných zásypových materiálů, pomalý a náročný postup výstavby.

#### 3.2.4. Sanace základové spáry pro pokládku kanalizace

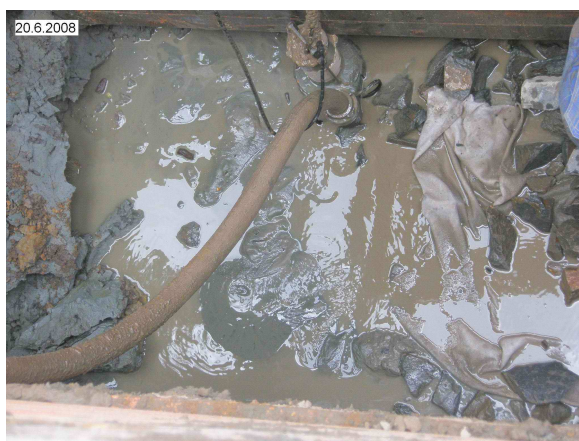


ul. Alejní , tekutý šedý jíl ze základové spáry



pohled na zvodnělé dno výkopu, překop o 2,5m

Poslední možností zdolání úseků s nevhodnou geologií otevřeným výkopem byla v jihozápadní části Kravař v blízkosti meandrů řeky Opavy a zasypaného rybníku sanace základové spáry. Šlo o oblast ulic Alejní, Březová, Novodvorská, Mlýnská a Nábřežní. Původně docházelo pouze k místním překopům, později se ukázal skutečný rozsah sanací nevhodné geologie. I přesto se takto zdolalo více než 1 km tras většího rozsahu sanace , přičemž v jednom úseku byl od původních 2,5metrů pro vedení stoky prohlouben výkop o dalších 2,5m na konečných 5metrů ( ul. Alejní ).



ztekucení dna výkopu s nevhodnou geologií



kavernování , sufoze, pokles terénu v okolí stavby

Správný postup pro takovéto úseky nelze s určitostí stanovit, jediným dosti podstatným faktorem je připravenost, dobrá technika a dobrý realizační tým. Jakékoliv prodlevy mají za důsledek dotace hloubené rýhy propustnými vrstvami spodní vodou, ta rozplavuje jemné částice šedého plastického jílu, ten ztrácí svou přirozenou soudržnost. Proces doprovází sufoze okolí.

### Postup:

1. Základovou spáru je tedy třeba prohloubit až na únosné podloží, které se pohybovalo kolem 4,5-5m.
2. Jíl se nahradil lomovým hrubým kamenivem, přičemž se lžící stroje zamačkal do podloží a okolí rýhy
3. stálé odčerpávání vody
4. Dosypání tříděného kameniva postupně od fr.128/64/32 při urovnání a zhutnění po fr.8/16 tak aby bylo rovnou provedeno lože pro porubí, za současného vytahování pažících boxů a prokládání geotextilií



lomový kámen pro sanaci podloží rýhy kanalizace



zkoušky po sanaci podloží

**Výhodou** tohoto řešení bylo nahrazení nevhodných základových podmínek v rýze vhodným materiálem a zdolání úseku otevřeným výkopem.

**Nevýhodou** byly finanční ztráty, pomalý postup, ovlivnění okolí poklesem terénu, velké škody na komunikacích a okolních sítích.

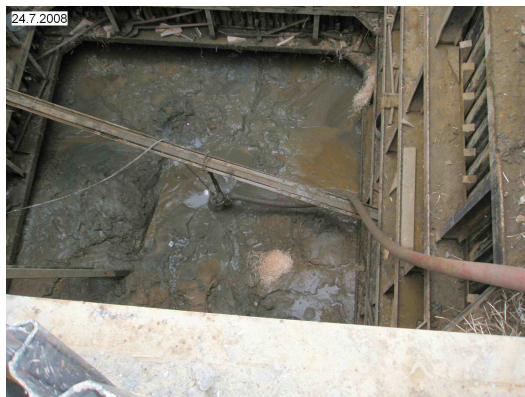


### 3.2.5. Kopané protlaky DN1000 a roubené těžní jámy

Úseky sběrače kanalizace, kde již nepřipadalo v úvahu dále pokračovat otevřeným výkopem, ať z důvodů ohrožení staveb ve spojení z nevhodnou geologií tak i velkými hloubkami, došlo ke změně stavby z otevřeného výkopu k protlačení ocelové chráničky DN 1000mm až na délku 60 m. Podmínkou bylo vybudovat startovací jámu pro pr.soupravu o velikosti min 3\*5m .



těžení dna roubené jámy

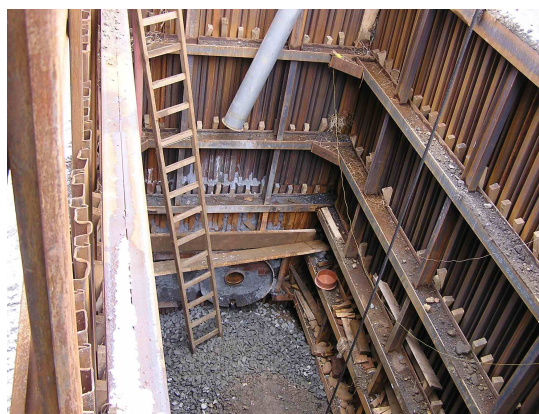


ztekucení jíly ve dně jámy, nutnost sanace

**Postup:** V prvním kroku došlo k hloubení těžní rámové roubené jámě s výpažnicemi Union, šachta a její vyztužení odpovídali hloubce a výpočtu, výpažnice byly zasouvány současně s hloubením jámy a čerpáním spodní vody . Zároveň byl sledován vliv snižování hladiny spodní vody na okolí a zástavbu . Po vyhloubení jámy byla osazena protláčení souprava. Princip protláčení DN1000mm je protláčení za současného ručního kopání na čele protlaku. Pracovník je chráněn chráničkou, provádí ruční odkop pomocí sbíječky a ručním vozíkem dopravuje materiál ven. Po zasunutí kusu o délce 2,5m v tomto případě dochází k přivaření dalšího kusu trouby a proces pokračuje do cílové jámy. Důležité je stálé čerpání spodní vody, v případě tekutosti čelby je třeba práci zastavit a lokálně snížit hladinu spodní vody. Po dokončení protlaku dochází k vytožení potrubím, napuštěním vodou za současného zafoukání popílkem.



protláčení souprava protlaku DN1000mm



dokončení vyztrojení protlaku kan. potrubím

Zmiňovaný způsob byl využit na zhruba 200 metrech stavby, pomohl zdolat úsek s proměnlivými geologickými podmínkami ve velké hloubce 5-7 metrů pod terénem . V těchto místech nebyla napjatá hladina spodní vody, vzhledem k šetrně zvolené technologii bylo zamezeno poškození okolních budov.

**Výhodou** byl bezpečný postup v podmínkách , kde by došlo otevřeným výkopem k ovlivnění okolních staveb a škodám, kvalita provedeného díla.

**Nevýhodou** byl pomalejší postup a finanční náročnost tohoto provedení.

### 3.2.6. Ražba štolou, snižování hladiny spodní vody v píscích

Stavba kanalizačního sběrače vyvrcholila v místě křižovatky Nádražní ulice, ul. Bezručová a náměstím, kde vlivem stísněných podmínek, velké hloubce, tekutým pískům v podloží a blízkosti stavby rodinných domů došlo k zastavení stavby. Z tohoto úseku panovala od počátku projektu skepse, jež se potvrdila.

Vrt chráničkou DN500 přes křižovatku ul. Nádražní po 16ti metrech z celkových 30ti havaroval, došlo k odtěžování tekutého písku na čele protlaku šnekem až do fáze, kdy se propadla cesta. Jednalo se tedy celkem o dokončení havarovaného úseku a úseku následného , kde měl být proveden otevřený výkop. V tekutém písku nebylo možné takto učinit.

Došlo k projekčnímu návrhu zhotovitele Ingstavu Brno, plošné odvodnění písků až do hloubky 9ti metrů jehlovými čerpadly , statické zabezpečení okolních staveb a ražba štolou – Pražskými rámy.

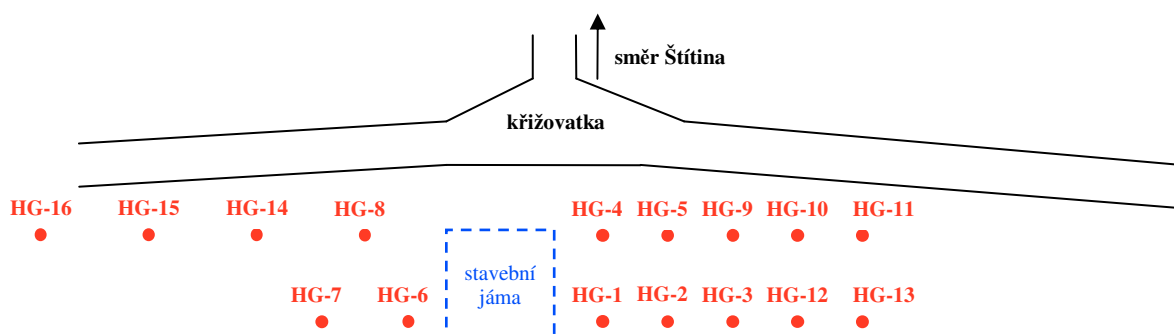


schéma rozmístění čerpacích vrtů na plošné stahování spodní vody pomocí jehlových čerpadel

Zjednodušený postup lze vidět na dalších obrázcích:

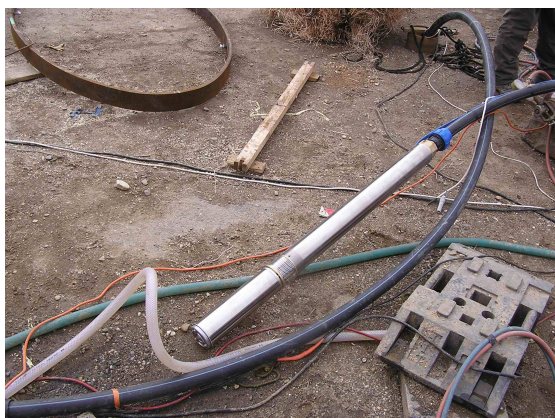




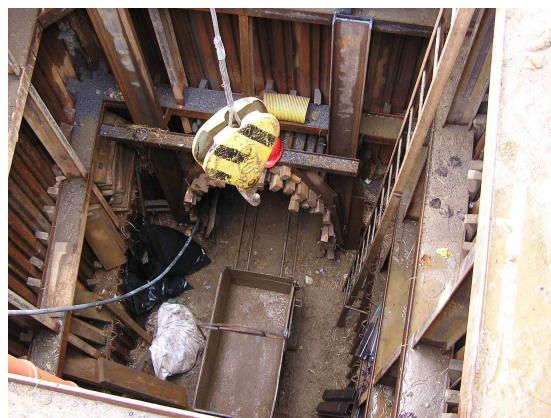
statické zabezpečení budov



vrtací kolona pro výpařnice čerpání vody



jehlové čerpadlo



těžní jáma štoly, pro přesun rubaniny



dokonale odvodněný písek na čelbě štoly



pražské rámy, kanalizace před zafoukáním popílčkem

**Výhodou** tohoto provedení byla možnost práce v omezených podmínkách a možnost ručního dohledání zhavarovaného protlaku. Díky odvodnění tekutých písků až do hloubky 9,6m bylo možné ulehlý písek těžít s tím, že nedošlo k sufozi ani ovlivnění okolních staveb, bez tohoto úseku by nebyla stavba dokončena. **Nevýhodou** byl pomalejší postup prací a finanční náročnost na provedení.



### 3.3. Spouštěné studny pro čerpací stanice

Pro zařízení čerpacích stanic byly zhotoveny železobetonové spouštěné studny. Jejich základní částí je ocelový břit, který je na míru zhotoven z ocelového plechu a svařen do vnitřně konického tvaru. Je rovněž základem později spouštěné studny.

#### Postup:

1. vyhloubení půdorysného rozměru studny do hloubky cca 1,5 metru , pokud je zemina soudržná
2. smontování a osazení břitu na dno jámy, osazení železné výztuže, montáž demontovatelného vnitřního a vnějšího pláště ocelového bednění studny
3. zalití vodostavebním betonem do úrovně bednění, vytvrdnutí železobetonu
4. demontáž vnějšího pláště bednění, zajištění posunu vnitřního pláště bednění , výkop zeminy z vnitřního prostoru studny až patě studny, dalším prohlubováním začne studna klesat, k odkopu se používá drapák
5. Opakovaným cyklem montáže bednění, výztuže, betonáže a spouštění dojde ke spuštění studny do požadované hloubky
6. Je důležité dát pozor na rovnoměrné klesání studny, stejně jako její zastavení spouštění
7. dno se dosype neseďavým materiálem, osadí se pomocná čerpací jímka a dojde k první betonáži dna, jímka později slouží k utěsnění a ukončení čerpání vody
8. Při zhotovení 2.ého dna dojde přes ventil pomocné drenáže k zastavení přítoku vody, zadělání kastlíku čerpací jímky a betonáži za sucha.



ocelový břit, vnitřní a vnější bednicí plášť, výztuž



fáze betonáže





zastavení dna na šterko-písčitém podkladu



dvojitá betonáž dna spouštěné studny

**Výhodou** tohoto způsobu zakládání je bezpečnost při provádění prací, ekonomika, vysoká kvalita provedeného díla , možnost pracovat na omezeném prostoru , rychlost.

**Nevýhodou** jsou v případě špatných základových podmínek možnost klesání studny a nerovnoměrné klesání, nelze tento způsob použít pro neúnosnou základovou spáru.

V lepším případě je dno třeba podsánovat vhodným materiálem a dokonale zabezpečit betonáží další možný pokles.

### 3.5. Doprovodné práce

Jsou práce , které byly prováděny jako doplněk hlavní stavební činnosti.

#### 3.5.1. Statické zajištění budov

Projektová dokumentace řešila v místech obav před poškozením okolních objektů jejich zabezpečení. Mezi základní patřilo vybudování opěrné clony tvořené vrtem, vystrojením ocelovou výztuží a šroubovicí, po té cementová injektáž. Šroubovice vytvořily 2 řady, na které byly osazeny ocelové U profily jako svorníky.

V druhém případě byly provedeny jádrové odvrtvy a provedení cementové nebo polyuretanové zálivky.

Provedením zajištění budov dle PD bylo nakonec zjištěno, že v místech kde bylo provedeno, byly základové podmínky dobré a ovlivnění budov by nedošlo. Ostatní zajištění byly tedy přesunuty na místa, kde bylo potřeba.



opěrná clona svorníky



jádrové odvrtý pro injektáž

### 3.5.2. Statická nivelace , pasportizace objektů , měření deformací trhlin

Součástí stavby kanalizace Kravaře bylo sledování možného dopadu stavby na okolní zástavbu. Při přípravě stavby byly vytipovány objekty, které mohou být stavební činností a čerpáním spodní vody ovlivněny.

Na stavbě byly veškeré objekty v blízkosti stavební činnosti opatřeny nivelačním bodem a byla zpracována základní statická nivelace. Nivelace se po dokončení stavby nekonala, slouží jako podklad k nivelacím, které je možno provést dodatečně, jako posouzení stavu před a po realizaci.

Vytypované objekty, které by mohly být stavební činností ohroženy byly kompletně pasportizovány. Výstupem každého objektu je podrobná zpráva dokladující stav před započatím stavby, dokumentace trhlin a poškození stavby.

Při průběhu stavby byly dále vytipovány stavby, které vykazovaly porušení trhlinami. Trhliny byly opatřeny deformetry, pomocí dataloggerů byly pohyby trhlin sledovány v závislosti na čase.

Dalším opatřením pro sledování pohybů trhlin byly sklíčka .



pasportizace objektu v blízkosti stavby

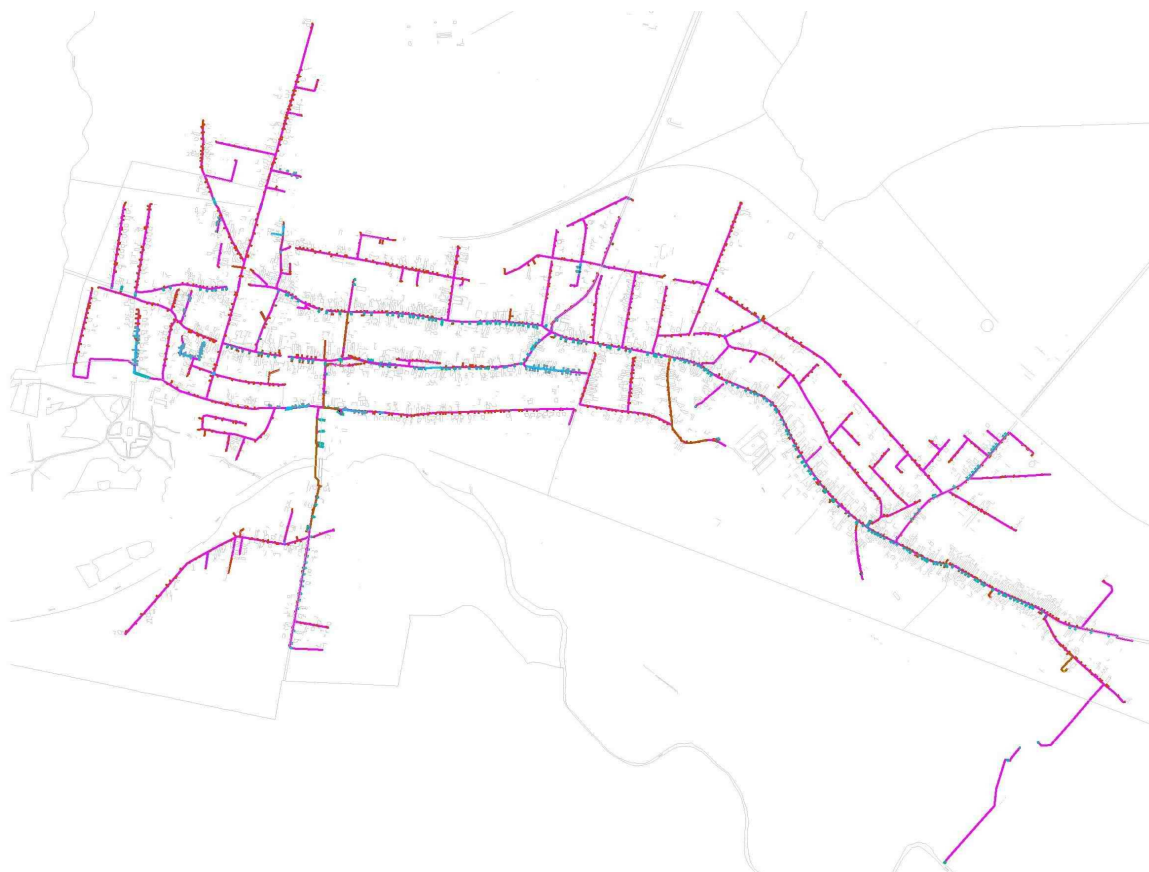


měření trhliny na objektu

Důležité zjištění při měření deformací bylo v tom, že nedošlo ke zhoršení stavu budov stavbou kanalizace, ale bylo zjištěno, že ve větší míře dochází k poškození budov vlivem vibrací a zatížením od těžké automobilové dopravy proudící středem města, zejména na komunikaci I. a II. třídy.

**Výhodou** této činnosti bylo prokázání dopadů stavby na zástavbu.

## 4. ZÁVĚR



skutečné provedení stavby splaškové kanalizace Kravaře, síť celým rozsahem obydlených částí města

legenda: řeka Opava, drobné toky

V závěru této práce použiji citát z analýzy zvýšení rozsahu zemních prací, zjištěných skutečností, části **Inženýrsko-geologické poměry** jejíž autorem je Ing. Dušan Kalandra, CSc.:

„V průběhu provádění stavby bylo zjištěno, že variabilita geologických poměrů je výrazně větší a to jak ve směru vodorovném, tak i svislém, než jak vyplývalo z dosavadní prozkoumanosti a to jak v rámci města Kravaře, tak i speciálně provedeného průzkumu pro tuto stavbu. Zejména neobvyklé bylo nepravidelné střídání zemin jemnozrnných (F), písků (S) a štěrků (G) a s tím související lokální akumulace podzemní vody. A to i ve srovnání s obdobnými oblastmi, kde dochází ke komplikované kombinaci sedimentace glaciální a fluviální. Na staveništi se střídaly výrazně odlišné parametry zemin ve vzdálenosti jen několik metrů. A navíc původní přírodní podmínky byly výrazně ovlivněny výraznou antropogenní činností.“



Podrobnými a detailními informacemi o geotechnických problémech výstavby kanalizačních sběračů v městě Kravaře nelze tuto práci naplnit, jak z důvodu objemů informací a jejich podrobností, tak množstvím jednotlivých změn a jejich konkrétních řešení. Přesné změny, jejich popisy, zprávy a posudky byly součástí změnových řízení a jsou uchovány v archivu.

Za zmínku stojí, že v průběhu stavby bylo uzavřeno celkem přes 50 změn většího rozsahu, zásadních co do finančního dopadu a problematiky s nevhodnou geologií bylo 6, z celkového množství se vztahovaly na geologii a nemožnost provádění dle PD téměř  $\frac{3}{4}$  všech změn.

Výstavba byla provedena v časovém termínu, kanalizace je v současnosti v plném provozu a celé dílo je v záruční době pro uplatnění reklamací.

Na konci této práce bych rád poděkoval všem účastníkům výstavby za svědomitou spolupráci, jejímž výsledkem je vypořádání stavby se všemi jejími nástrahami, dále činností od počátku do zdárného předání funkčního celku a v neposlední řadě úspěšné financování a uzavření stavby bez nedodělků.

Tato stavba byla pro mne inspirací a životní zkušeností.



ČOV Kravaře

## 5. VÝCHOZÍ PODKLADY

- Evropská charta o vodě
- Historie : z historie pražské kanalizace, [www.ekotechnickemuseum.cz](http://www.ekotechnickemuseum.cz), [www.bvk.cz](http://www.bvk.cz),  
[www.kravare.cz/o-meste/historie/](http://www.kravare.cz/o-meste/historie/)
- Fotografie, obrázky, mapy: vlastní, město Kravaře, Projektant , IG Průzkum, Geo Trade Silesia
- Textová část: citáty, vlastní text, výtažky důležitých informací z výchozích materiálů

### Výchozí materiály:

- PD splaškové kanalizace v Kravařích – HP Ostrava, a.s.,
- PD realizační – AQUA PROCON, s.r.o.
- Inženýrsko-geologický průzkum pro realizaci splaškové kanalizace v Kravařích, zpracovaný HP Ostrava, a.s., Drilling Trade s r.o.
- Archiv ČGÚ – Geofond Praha
- Soubor účelových a geologických map 1 : 50 000 č. 15-32 a 15-41
- Splašková kanalizace Kravaře - analýza zvýšení rozsahu zemních prací – Ing. Dušan Kalandra, CSc.
- GEO TRADE SILESIA s.r.o., - Kravaře - snižování hladiny vody - Závěrečná zpráva
- Hulla Josef, Turček, Peter. *Zakladanie stavieb*. Jaga, Bratislava, 2004. ISBN 80-88905-99-0.
- Protokoly o provádění polních geotechnických zkoušek prováděných na staveništi firmou TESTSTAV s.r.o. Ostrava-Heřmanice
- Výkony geotechnického dozoru, prováděné na posuzované stavbě generálním projektantem